

SURVEI TEKNIK CLUSTERING ROUTING BERDASARKAN MOBILITAS PADA WIRELESS AD-HOC NETWORK

I Nyoman Trisna Wirawan¹⁾, Lidya Amalia Rahmania²⁾ Royyana M Ijtihadie³⁾ dan Radityo⁴⁾

Anggoro

^{1, 2)}Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Jl. Teknik Kimia, Gedung Teknik Informatika,

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

e-mail: wirawan14@mhs.if.its.ac.id¹⁾, lidya.amalia14@mhs.if.its.ac.id²⁾, roy@if.its.ac.id³⁾, onngo@if.its.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Wireless ad-hoc merupakan sebuah skema jaringan yang didesain supaya mampu beroperasi tanpa membutuhkan infrastruktur tetap serta bersifat otonom. Teknik flooding pada proses path discovery dalam kasus wireless ad-hoc network dapat menimbulkan masalah beban jaringan yang berlebihan. Oleh karena itu, sebuah skema clustering diusulkan untuk mengurangi adanya flooding paket yang berlebihan dengan membagi node-node dalam jaringan menjadi beberapa bagian berdasarkan parameter tertentu. Teknik ini efektif untuk mengurangi paket yang harus dilewatkan dalam jaringan. Namun masalah muncul ketika sebuah jaringan wireless ad-hoc harus membentuk sebuah cluster dengan mempertimbangkan beberapa parameter khusus. Parameter tersebut harus disesuaikan dengan kasus yang dihadapi. Pada tulisan ini akan dibahas secara khusus mengenai penerapan skema clustering dalam lingkungan wireless ad-hoc network, baik pada MANET dan penyesuaian skema clustering yang harus dilakukan pada VANET berdasarkan mobilitasnya.

Kata Kunci: Clustering, MANET, Mobilitas, VANET, Wireless ad-hoc network

ABSTRACT

Wireless ad-hoc is a network scheme that designed so it can be operated without using fixed infrastructure and autonomous. Overhead in network can arise from the flooding technique in path discovery process on wireless ad-hoc scheme. Therefore, a clustering scheme is proposed to reduce packet flooding in networks by dividing the nodes into several parts based on certain parameters. This technique is effective in reducing the flooded package on network. However, the problems arise when a wireless ad-hoc networks needs to cluster its nodes and considering which specific parameters that need to be considered. Those parameters should be well suited to the cases that being dealt with. This paper will describe specifically about clustering scheme implementation in wireless ad-hoc network, both on MANET and the adjustment on VANET environment based on the mobility.

Keywords: Clustering, MANET, Mobility, VANET, Wireless ad-hoc network

I. PENDAHULUAN

Wireless ad hoc network merupakan sebuah jenis jaringan nirkabel yang bersifat desentralisasi dimana setiap node dalam jaringan tersebut memiliki kedudukan yang sama. Tidak seperti router dalam jaringan kabel serta access point pada jaringan nirkabel [1]. Pada wireless ad-hoc network setiap node ikut serta dalam proses routing dengan meneruskan data dari suatu node ke node lain sehingga jalur yang mungkin dilewati akan sangat dinamis berdasarkan pada konektivitas jaringan. Wireless ad-hoc network bersifat otonom yang artinya mampu membangun dirinya sendiri dengan konfigurasi yang sangat minimum, menjadikan skema jaringan ini cocok diterapkan dalam situasi darurat. Namun karena kebutuhan adanya node sentral menjadikan jaringan ini sangat sulit untuk diterapkan. Berdasarkan pada karakteristik tersebut skema routing dalam wireless ad-hoc network yang bersifat dinamis dan adaptif menjadi masalah yang penting untuk diselesaikan. Jaringan wireless ad-hoc sendiri dapat diklasifikasikan lebih lanjut berdasarkan pengaplikasiannya antara lain mobile ad-hoc network (MANET) dan vehicular ad-hoc network (VANET).

MANET secara terus menerus mengkonfigurasi dirinya, terhubung tanpa menggunakan kabel, tidak memiliki infrastruktur tetap secara nyata, node didalamnya dapat bergerak tidak terbatas pada suatu pola tertentu, dapat bergerak bebas pada lapangan, serta memiliki keterbatasan yang sangat tinggi pada energi—dalam hal ini adalah baterai [2] [3]. Pada sisi lain VANET mengasumsikan sensor yang telah terpasang pada kendaraan dan jalan untuk menawarkan dua bentuk komunikasi yaitu vehicle to vehicle (V2V) dan vehicle to roadside (V2R). Jaringan ini memiliki karakteristik yang berbeda dimana node dalam VANET bergerak berdasarkan pola yang telah ditentukan oleh kondisi jalan, tidak terbatas pada energi yang digunakan, serta kapasitas penyimpanan yang besar, namun pada penerapannya tingkat mobilitas dari node yang sangat tinggi serta kepadatan yang sangat rendah di beberapa daerah akan mengakibatkan koneksi menjadi sangat rentan [4].

Pada proses transmisi pesan yang dikirimkan dengan skema flooding. Pesan dikirimkan kepada setiap tetangga terdekat dari node tersebut. Walaupun skema ini terlihat sangat sederhana dan mudah diimplementasikan namun

skema ini akan memberikan beban yang cukup tinggi ke dalam jaringan serta meningkatkan penggunaan *bandwidth* [5]. Skema *clustering* telah diusulkan untuk meningkatkan nilai efisiensi dan meminimalkan paket data yang dikirimkan ke dalam jaringan. Metode ini dilakukan dengan mengelompokkan *node* kedalam beberapa bagian berdasarkan kemiripan tertentu untuk menciptakan sebuah *cluster* yang stabil. Stabilitas *cluster* merupakan faktor penting yang menjamin keberhasilan skema *clustering* tersebut dalam proses transmisi data. Stabilitas *cluster* dapat dinilai pada *clusterhead* yang tidak berubah secara periodik dalam lingkungan yang berubah secara terus-menerus.

Penelitian ini akan membahas mengenai teknik *clustering* berdasarkan tingkat mobilitas dari *node* dalam lingkungan MANET dan VANET. Teknik *clustering* dalam MANET tentu tidak dapat secara langsung diterapkan pada lingkungan VANET karena keduanya memiliki karakteristik yang cukup berbeda. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk dapat membandingkan serta menggambarkan penyesuaian untuk menerapkan teknik *clustering routing* berdasarkan tingkat mobilitasnya serta menjabarkan beberapa algoritma *routing* yang berada dalam lingkungan *clustering* berdasarkan mobilitasnya.

Pada Bagian 2 akan dibahas mengenai pengklasifikasian jenis dari *clustering routing*, Bagian 3 akan membahas mengenai skema pembentukan sebuah *clustering* dilakukan dalam lingkungan *wireless ad-hoc network*. Bagian 4 akan menjelaskan tentang penerapan skema *clustering* dalam lingkungan MANET. Bagian 5 akan dibahas mengenai penyesuaian yang harus dilakukan dalam skema *routing* sehingga dapat diterapkan dalam lingkungan VANET dan pada Bagian 6 akan dibahas mengenai kesimpulan dari penerapan skema *cluster routing* dalam lingkungan *wireless ad-hoc network*.

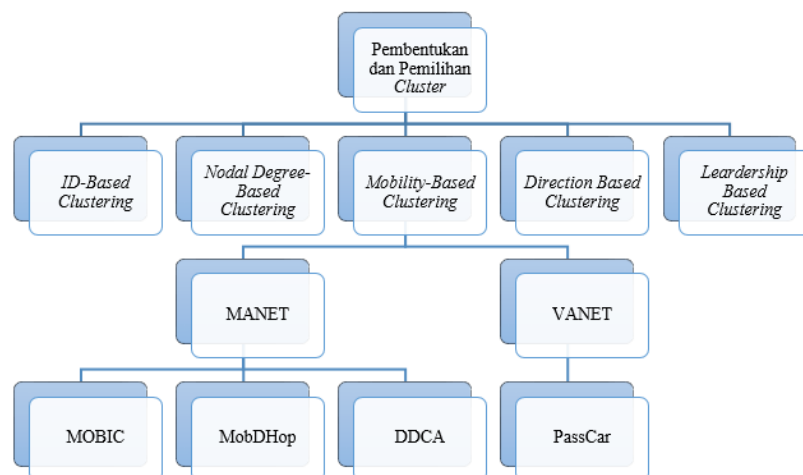
II. KLASIFIKASI CLUSTERING ROUTING

Algoritma dalam skema *clustering* dirancang untuk lingkungan MANET dan VANET yang memiliki karakteristik masing-masing. Tujuan utama dari *clustering* adalah mengelompokkan *node* dalam jaringan ke dalam beberapa bagian yang bersifat stabil dan dapat dimanfaatkan untuk proses transmisi data.

Pada proses pembagian *node* untuk membentuk *cluster* yang stabil, terdapat beberapa kriteria yang dapat dipertimbangkan. Taksonomi dari pembentukan *cluster* pada lingkungan MANET dan VANET diilustrasikan pada Gambar 1. Kriteria tersebut dapat dibagi ke dalam 5 jenis seperti berikut:

A. ID-Based Clustering

Skema ini memberikan sebuah ID secara acak untuk setiap *node* dalam jaringan. Pembentukan *cluster* dan pemilihan *clusterhead* didasarkan pada ID yang dimiliki *node* tersebut, sebagai contoh *node* dengan ID terendah akan ditunjuk sebagai *clusterhead*. Penentuan *clusterhead* dengan menggunakan skema ini adalah cara yang sangat lemah karena ID tersebut tidak mewakili kondisi lingkungan dari *node* tersebut. Kelemahan utama dari metode ini adalah ID yang tidak mewakili informasi berharga yang dimiliki oleh *node*. Oleh karena itu, *node* dengan ID rendah akan kehabisan daya lebih cepat dibandingkan dengan *node* lainnya karena fungsi sebagai *clusterhead* harus menerima dan meneruskan paket data dari dan menuju anggota dari *cluster* tersebut.



Gambar 1 Taksonomi pembentukan *cluster* pada *clustering routing*

B. Nodal-Degree Based Clustering

Skema ini membentuk formasi dari *cluster* pada jaringan dengan menggunakan informasi jumlah *node* tetangga yang dimiliki sebuah *node* tertentu dalam jaringan. Pada umumnya *node* yang memiliki tetangga derajat tertinggi yang akan terpilih sebagai sebuah *clusterhead* karena dianggap mampu mempercepat proses *path discovery*. Skema ini tidak membatasi ukuran *cluster* yang mampu dibentuk. Oleh karena itu, kepadatan dalam suatu *cluster* cenderung mengurangi nilai *throughput* dari skema *cluster* yang terbentuk. Kepadatan suatu *cluster* yang berlebihan akan menyebabkan *clusterhead* berada dalam kondisi *bottleneck* karena banyaknya permintaan paket yang harus diteruskan, baik menuju atau keluar dari lingkungan *cluster* tersebut.

C. Mobility Based Clustering

Mobility Based Clustering merupakan skema *clustering* yang diterapkan dengan memperhitungkan tingkat mobilitas atau pergerakan dari *node* dalam jaringan. Jika dilihat penerapannya pada lingkungan MANET dan VANET skema ini wajib dipertimbangkan. Hal tersebut dikarenakan tingkat mobilitas dari lingkungan MANET dan VANET yang memiliki karakteristik cukup berbeda. *Mobility Based Clustering* pada lingkungan MANET dapat menggunakan informasi perpindahan, arah dari *node* dengan mengabaikan kecepatan yang relatif rendah dalam lingkungan MANET. Namun penerapannya pada VANET, pergerakan setiap *node* yang relatif lebih cepat menjadikan VANET memiliki topologi yang sangat dinamis. Oleh karena itu, skema *clustering* harus memiliki beberapa penyesuaian agar mampu mengatasi tingkat mobilitas yang sangat tinggi.

D. Direction Based Clustering

Direction Based Clustering merupakan salah satu skema *clustering* yang sering diterapkan dalam lingkungan VANET. Skema ini mempertimbangkan arah dari perpindahan *node* pada setiap persimpangan. Sebelum melewati persimpangan *node* akan mengirimkan "*hellomessage*" untuk memperoleh informasi *node* dalam persimpangan tersebut. Informasi arah yang didapatkan akan dibagi menjadi tiga bagian yaitu, lurus, kiri, atau kanan. Oleh karena itu, *node* akan memeriksa ketersediaan *clusterhead* untuk arah yang akan dilewati. Jika terdapat *clusterhead* pada arah yang bersesuaian maka *node* akan bergabung dengan *cluster* tersebut. Namun jika tidak terdapat *clusterhead* pada arah yang bersesuaian, maka *node* tersebut akan bertindak sebagai *clusterhead* baru untuk arah tersebut.

E. Leadership Duration-Based Clustering

Leadership duration-based clustering merupakan skema *clustering* dengan memanfaatkan informasi waktu yang telah dikumpulkan oleh sebuah *node* dalam jaringan setelah bertindak sebagai sebuah *clusterhead*. Dengan kata lain *node* ini dinilai memiliki tingkat kestabilan yang lebih baik berdasarkan pengalamannya bertindak sebagai sebuah *clusterhead*. Namun jika pada suatu jaringan terdapat dua buah atau lebih *node* yang memiliki tingkat *leadership* yang sama, maka *node* dengan ID terendah akan bertindak sebagai *clusterhead*. Kelemahan utama dari metode ini adalah ketergantungan terhadap *leadership duration* yang menjadikan jaringan dengan setiap *node* yang belum bertindak sebagai *clusterhead* akan memiliki nilai *leadership duration* sama (bernilai nol). Oleh karena itu, sistem hanya akan mempertimbangkan ID dari setiap *node* tersebut.

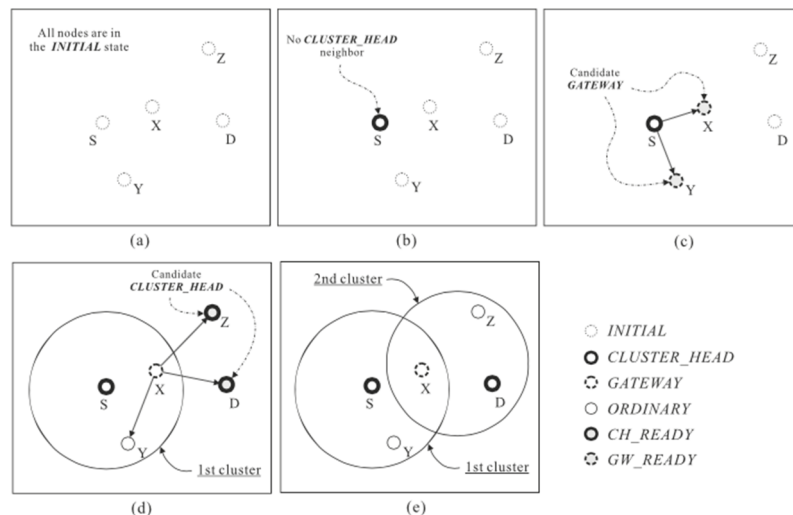
Pada tulisan ini akan dibahas mengenai penerapan skema *clustering* dalam lingkungan MANET dan VANET. Karakteristik dari jaringan MANET dan VANET adalah tingkat mobilitas yang sangat berbeda baik dari aspek kecepatan dan arah perpindahan. Penelitian ini akan difokuskan pada skema *clustering routing* yang didasarkan pada *mobility based clustering algorithm*.

III. SKEMA CLUSTERING ROUTING PADA AD HOC NETWORK

Cluster Based Routing Protocol (CBRP) merupakan *routing* protokol yang awalnya dirancang untuk lingkungan *mobile ad hoc network*. Protokol akan membagi *node* dalam lingkungan jaringan tersebut menjadi beberapa bagian yang tumpang tindih. Setiap bagian akan memiliki sebuah *clusterhead* yang bertugas untuk menampung informasi setiap *node* dalam lingkungannya. Dalam setiap bagian akan terdapat sebuah *gateway* yang bertugas untuk menghubungkan dua buah bagian jaringan tersebut. Pada formasi skema *cluster based routing* terdapat beberapa kondisi yang akan mempengaruhi proses *clustering*, sebagai contoh ilustrasi kondisi dari setiap *node* digambarkan pada Gambar 1 yang dijabarkan sebagai berikut:

A. Initial State

Initial state merupakan kondisi sebuah *node* dalam jaringan *ad-hoc* yang tidak memiliki trafik masuk atau keluar dalam satu satuan waktu tertentu. Oleh karena itu, apabila setiap *node* dalam jaringan *ad-hoc* mengalami kondisi ini, maka *state* dari *node* tersebut akan diubah ke dalam *initial state*. *Initial state* juga merupakan *state* awal sebelum proses *clustering* dilakukan seperti pada Gambar 2.(a) dimana terdapat lima *node* yang berada dalam kondisi *initial*.

Gambar 2 Skema Proses *clustering* (pasif) – kondisi *node* dalam *clustering* [10]

B. Clusterhead Ready (CH_RReady)

Clusterhead ready merupakan suatu *internal state* dari suatu *node* dalam skema *clustering routing*. Kondisi ini menyatakan *node* tersebut bertindak sebagai calon *clusterhead* yang akan berkompetisi dengan *node* lain pada lingkungan dan *state* yang sama untuk menjadi *clusterhead*. Seperti pada Gambar 2.(d) *node* Z dan D merupakan *node* yang berada dalam *state* *CH_ready* dan akan bersaing untuk dapat menjadi *clusterhead* untuk gateway X.

C. Clusterhead (CH)

Clusterhead merupakan *state* yang menyatakan *node* tersebut terpilih sebagai *clusterhead* dari lingkungan jaringan tertentu. *Node* tersebut memiliki kewajiban untuk menampung informasi *node* yang berada pada area komunikasinya. Selanjutnya *node* tersebut akan menjadi *clustermember*. Pada Gambar 2.(e) terlihat bahwa terdapat 2 buah *node* yaitu S dan D yang bertindak sebagai CH, maka *node* inilah yang akan menampung informasi dari setiap *node* lain dalam lingkungannya.

D. Ordinary

Ordinary merupakan *state* yang menyatakan bahwa *node* tersebut telah menerima lebih dari satu paket yang bertujuan untuk mengubah *internal state* baik kedalam *CH_ready* atau *GW_ready*. *Node* tersebut telah menjadi anggota dalam sebuah lingkungan *cluster* yang telah memiliki *gateway*. Pada Gambar 2.(d) terlihat bahwa *node* Y telah menerima paket *GW_ready* dari *node* S dan menerima paket *CH_ready* dari *node* X. Oleh karena itu, Y mengubah *state* dirinya menjadi *ordinary* yang menyatakan Y telah berada dalam lingkungan sebuah *cluster* yang telah memiliki *gateway*.

E. Gateway Ready (GW_RReady)

Gateway ready merupakan suatu *internal state* dari suatu *node* yang menyatakan bahwa *node* tersebut akan bertindak sebagai calon *gateway* yang menghubungkan dua buah *cluster*. *Node* dengan *state* ini akan berkompetisi dengan *node* lain dalam lingkungan *cluster* serta *state* yang sama untuk dapat terpilih sebagai *gateway*. Pada Gambar 2.(b) terlihat bahwa *node* X dan Y menerima paket *GW_ready* dari *node* S yang mengubah *state* *node* tersebut. Kemudian *node* tersebut akan bersaing untuk dapat bertindak sebagai *gateway* dari *node* S. Pada gambar tersebut diasumsikan bahwa X terpilih sebagai *gateway* untuk *node* S.

F. Gateway (GW)

Gateway merupakan *state* dalam skema *clustering* yang menyatakan bahwa *node* tersebut telah menjadi pintu gerbang penghubung antara dua buah *cluster* yang berbeda secara langsung. Pada Gambar 2.(e) terlihat bahwa *cluster* yang telah terbentuk terdapat *gateway* X yang menghubungkan secara langsung dua buah *clusterhead* S dan D.

G. Distributed Gateway

Distributed gateway merupakan salah satu bentuk variasi dari *gateway*. *Node* dengan *state* ini tetap menjadi gerbang komunikasi dari dua buah *cluster* namun tidak dilakukan secara langsung. Pada *distributed gateway*, *node* hanya menghubungkan sebuah *clusterhead* dengan *clustermember* pada *cluster* yang berbeda, tidak secara langsung kepada *clusterhead* dari *cluster* tersebut.

IV. MOBILITY BASED *CLUSTERING* ROUTING PADA MANET

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penerapan skema *clustering* routing berdasarkan mobilitas dalam lingkungan MANET serta penyesuaianannya untuk penerapan dalam lingkungan VANET. Perbedaan mendasar dari MANET dan VANET adalah pada tingkat mobilitas dan pergerakannya dimana MANET memiliki mobilitas dengan kecepatan yang relatif rendah namun dapat bergerak secara random. Sedangkan pada VANET mobilitas cenderung berlangsung dengan kecepatan yang relatif tinggi namun memiliki arah yang dapat diprediksi. Pada lingkungan MANET skema *clustering* yang akan dibahas adalah 1) *Mobility Based Metric for Clustering in Ad Hoc Network*, 2) *Mobility Based D-Hop Clustering Algorithm*, 3) *Distributed Dynamic Clustering Algorithm*.

A. *Mobility Based Metric for Clustering in Ad-Hoc Network (MOBIC)*

MOBIC merupakan salah satu skema *clustering* dalam lingkungan MANET yang membentuk sebuah metrik mobilitas dengan mempertimbangkan perpindahan relatif sebuah *node* terhadap tetangganya [6]. Oleh karena itu, *node* dengan tingkat perpindahan terkecil terhadap tetangganya memiliki kesempatan lebih besar untuk dapat terpilih sebagai *clusterhead*. Namun apabila terdapat beberapa *node* yang memiliki tingkat mobilitas yang sama, maka konsep *Lowest ID Clustering* akan digunakan. Konsep ini akan memilih *node* yang memiliki ID terkecil sebagai *clusterhead*. Konsep ini dinilai mampu mengurangi terjadinya proses *reclustering* atau *maintenance* karena tingkat perpindahan *clusterhead* yang sangat tinggi.

Proses *maintenance* pada MOBIC dilakukan dengan mengadopsi konsep *Least Cluster Change (LCC)*. LCC melakukan skema *maintenance* jika terdapat dua buah *clusterhead* yang mampu menjangkau satu sama lain dalam satu hop. Oleh karena itu, salah satu dari *clusterhead* akan melepaskan kondisi *clusterhead* dan akan bertindak sebagai *cluster member* [7]. Namun skema ini ternyata memiliki kekurangan pada saat *clusterhead* bertemu hanya dalam hitungan waktu yang sangat singkat. Hal ini menyebabkan LCC akan melakukan proses *maintenance* berulang kali. Pada MOBIC konsep LCC yang digunakan adalah menambahkan sebuah batasan waktu yang disebut dengan CCI untuk mengatasi masalah ini. Proses penggabungan *cluster* hanya akan dilakukan jika waktu bertemu dari dua buah *clusterhead* tersebut melebihi nilai CCI yang telah ditetapkan.

Skema ini mampu memberikan hasil yang cukup baik dalam kasus pergerakan *node-node* dalam jaringan yang dilakukan secara berkelompok yang memiliki kecepatan dan arah sama. Namun kemampuan dari MOBIC akan menurun drastis apabila *node* bergerak dengan arah yang tidak teratur dengan kecepatan yang berubah dari waktu ke waktu. Hal ini menyebabkan MOBIC tidak akan mampu memilih *clusterhead* yang sesuai.

B. *Mobility Based D-Hop Clustering Algorithm (MobDHop)*

MobDHop merupakan skema *clustering* yang konsepnya hampir sama dengan MOBIC. Namun pada MOBIC *cluster* yang dibentuk dibatasi hanya pada satu hop *cluster*. Oleh karena itu, pada beberapa kasus skema ini akan menghasilkan jumlah *cluster* yang sangat banyak dan akan berpengaruh pada proses transmisi data [8]. Sedangkan pada MobDHop pembentukan *cluster* tidak dibatasi hanya pada satu hop saja. Kestabilan dari *cluster* yang dibentuk juga menjadi pertimbangan sehingga akan mengurangi jumlah *cluster* yang terbentuk. Pada awalnya setiap *node* akan dikelompokkan ke dalam dua hop *cluster* berdasarkan pola mobilitas mereka. Kemudian ukuran *cluster* akan diperluas dengan menggabungkan *node* individu atau *cluster* yang memiliki mobilitas yang sama.

Setiap *node* dalam skema ini akan mengirimkan "*hellomessage*" secara periodik kepada setiap tetangganya yang memiliki informasi mobilitas relatif *node* tersebut terhadap tetangganya. Pada awalnya nilai mobilitas yang ditetapkan adalah tak terhingga. Nilai mobilitas diperoleh dengan menghitung kekuatan sinyal pesan yang diterima oleh setiap *node* lainnya. Pada akhir tahap ini setiap *node* dalam jaringan akan mampu memiliki informasi mobilitas setiap tetangganya. Kemudian *node* akan membandingkan setiap nilai mobilitas setiap *node*, apabila *node* tersebut memiliki nilai mobilitas terendah maka akan terpilih sebagai *clusterhead*.

Pada proses pengujian yang dilakukan dengan simulator NS-2, algoritma MobDHop ini mampu menghasilkan jumlah *cluster* yang lebih sedikit apabila dibandingkan dengan MOBIC dan *Lowest ID Clustering*.

C. *Distributed Dynamic Clustering Algorithm (DDCA)*

DDCA merupakan skema *clustering* yang secara umum membagi *node* dalam jaringan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pada (α, t) . Kriteria ini menunjukkan bahwa setiap *node* dalam suatu *cluster* memiliki jalur untuk dapat sampai ke setiap *node* lainnya yang tersedia dalam periode waktu t dengan tingkat probabilitas lebih besar dari α , tanpa mempertimbangkan jumlah hop dalam suatu *cluster* [9]. Skema ini bertujuan untuk membentuk suatu *cluster* yang kuat dan efisien serta mampu bersifat adaptif tergantung pada pola mobilitas mereka.

Pada proses *maintenance* DDCA tidak perlu melakukan proses *reclustering* ketika terdapat sebuah *node* yang masuk atau pun keluar dari *cluster*. Apabila terdapat sebuah *node* yang memasuki jaringan dan berada dalam kondisi *unclustered* maka *node* tersebut akan berusaha mengirimkan *joinrequest* kepada *cluster* di sekitarnya. *Node* tersebut hanya boleh bergabung dengan suatu *cluster* jika memenuhi konsep (α, t) yang telah ditentukan sebelumnya. Namun jika *node* tersebut mendapatkan lebih dari satu buah *joinresponse*, maka *node* tersebut akan masuk

ke dalam *cluster* dengan tingkat probabilitas kestabilan (α) yang paling besar. Namun jika *node* tersebut tidak dapat mendengar *joinresponse* maka *node* tersebut akan membentuk sebuah *single node cluster* yang hanya mencakup dirinya sendiri.

D. Kesimpulan Mobility Based Clustering pada MANET

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perbandingan skema berdasarkan *path discovery*, *maintenance*, dan parameter yang digunakan dalam pembentukan dan pemilihan *clusterhead*.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa setiap skema *routing* yang didasarkan pada mobilitas memiliki karakteristik masing-masing. MOBIC memberikan performansi yang baik hanya pada kasus *node* bergerak yang memiliki arah dan kecepatan yang sama. Namun tidak pada karakteristik MANET yang cenderung dapat bergerak secara acak. Pada MobDHop perubahan minimal dilakukan untuk mengurangi jumlah *cluster* yang terbentuk. Sedangkan pada DDCA ukuran *cluster* yang diusulkan bersifat adaptif tergantung pada tingkat mobilitas jaringan tersebut.

V. MOBILITY BASED CLUSTERING ROUTING PADA VANET

Pada bagian ini akan dibahas mengenai penerapan skema *clustering* pada lingkungan VANET. Pada lingkungan VANET *node* cenderung bergerak lebih cepat namun terdapat lintasan yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu, pergerakan dari setiap *node* dapat lebih diprediksi, namun dekat secara geografis tidak selalu menyatakan mobilitas dari *node* tersebut sama. Beberapa skema *routing* yang didasarkan pada tingkat mobilitas dalam lingkungan VANET diadopsi dari penerapannya pada lingkungan MANET yang mengalami beberapa modifikasi. Penelitian dengan skema *clustering* yang akan dibahas dalam survei ini adalah 1) *Passive Clustering Aided Routing Protocol* (PassCar).

Tabel 1 Perbandingan skema routing berdasarkan mobilitas pada MANET

Skema/Kriteria	MOBIC	MobDHop	DDCA
Discovery	<ul style="list-style-type: none"> Dilakukan dengan mengirimkan <i>hello message</i> kepada setiap <i>node</i>. Mobilitas dihitung dari kekuatan sinyal yang diterima oleh <i>node</i>. <i>Cluster</i> yang dibentuk terbatas pada 1-hop <i>cluster</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Dilakukan dengan mengirimkan <i>hello message</i> kepada setiap <i>node</i>. Mobilitas dihitung dari kekuatan sinyal yang diterima oleh <i>node</i>. <i>Node</i> pada awalnya dikelompokkan ke dalam 2-hop <i>cluster</i>. Melewati proses penggabungan <i>node</i> atau <i>cluster</i> yang memiliki mobilitas sama. <i>Cluster</i> yang dibentuk dapat bersifat <i>multihop</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Dilakukan dengan mengelompokkan <i>node</i> ke dalam beberapa bagian berdasarkan konsep (α, t). <i>Node</i> harus memiliki jalur yang menghubungkan dirinya dengan <i>node</i> lain pada <i>cluster</i> dalam periode t dengan probabilitas $> \alpha$. <i>Cluster</i> yang dibentuk dapat bersifat <i>multihop</i>.
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan konsep LCC dengan penambahan <i>timer</i> yang disebut CCI. <i>Timer</i> digunakan untuk mengurangi adanya proses <i>reclustering</i> yang tidak diperlukan dalam LCC. 	<ul style="list-style-type: none"> Konsep <i>maintenance</i> pada MobDHop memiliki skema yang sama dengan MOBIC. 	<ul style="list-style-type: none"> Tidak perlu melakukan <i>reclustering</i>. <i>Powered on node</i> akan berada pada kondisi <i>unclustered</i> dan akan berusaha mengirimkan <i>joinrequest</i>. <i>Node</i> harus memenuhi skema (α, t) untuk dapat bergabung dengan suatu <i>cluster</i>.
Parameter Cluster	<ul style="list-style-type: none"> <i>Node</i> dengan tingkat mobilitas terkecil memiliki kesempatan lebih tinggi menjadi CH. Jika terdapat beberapa <i>node</i> dengan mobilitas sama maka <i>node</i> dengan <i>Lowest ID</i> akan dipilih sebagai CH. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Node</i> dengan tingkat mobilitas terkecil memiliki kesempatan lebih tinggi menjadi CH. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Node</i> akan berada pada kondisi <i>unclustered</i>. <i>Node</i> akan mengirimkan pesan <i>joinrequest</i> pada <i>clusterhead</i>, namun jika tidak terdapat balasan, <i>node</i> tersebut akan membentuk <i>cluster</i>-nya sendiri.
Keunggulan	<ul style="list-style-type: none"> Performansi baik pada kasus mobilitas berkelompok, ketika <i>node</i> bergerak dengan arah dan kecepatan yang relatif sama. 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah <i>cluster</i> yang dihasilkan relatif lebih kecil dibandingkan dengan MOBIC namun dapat mencakup banyak <i>node</i> dalam jaringan. Penurunan waktu yang dibutuhkan pada proses transmisi. 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menyesuaikan ukuran <i>cluster</i> berdasarkan pada stabilitasnya (α). Jika mobilitas rendah, maka ukuran <i>cluster</i> meningkat, jika mobilitas tinggi ukuran <i>cluster</i> akan otomatis berkurang. Tidak diperlukan koneksi langsung antara CH dan member untuk membentuk sebuah <i>cluster</i>.
Kelemahan	<ul style="list-style-type: none"> Performansi turun pada kasus <i>node</i> yang bergerak dengan arah yang tidak beraturan dengan kecepatan yang berubah setiap waktu. Jumlah <i>cluster</i> yang dihasilkan relatif besar sehingga akan mempengaruhi waktu transmisi yang dibutuhkan. 	<ul style="list-style-type: none"> Peningkatan yang tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan MOBIC. Perbedaan utama hanya terletak pada jumlah <i>cluster</i> yang dihasilkan. 	<ul style="list-style-type: none"> Ukuran <i>cluster</i> yang lebih besar menyebabkan <i>clusterhead</i> dapat menyimpan lebih banyak informasi <i>cluster</i> member. Mobilitas <i>node</i> dalam <i>cluster</i> dapat menyebabkan <i>update</i> tabel <i>routing</i> akan dilakukan lebih sering yang akan meningkatkan biaya.

A. *Passive Clustering Aided Routing Protocol (PassCar)*

PassCar merupakan salah satu skema *routing* berdasarkan mobilitas dari setiap *node* dalam jaringan yang diterapkan pada lingkungan VANET. Skema ini mempertimbangkan beberapa parameter untuk membentuk *cluster* dan menentukan *clusterhead*. Pembentukan *cluster* pada PassCar dilakukan secara pasif dengan membentuk *clusterhead* terlebih dahulu ketika terdapat sebuah *node* yang ingin mengirimkan paket. *Clusterhead* tersebut akan memilih *gateway* dari *cluster* yang telah dibentuk. Kemudian *gateway* akan mengirimkan paket untuk mengubah status tetangganya menjadi *clusterhead*. Hal ini akan berulang terus-menerus hingga terbentuk beberapa *cluster* pada jaringan tersebut. Parameter yang digunakan dalam skema PassCar ini adalah *node degree*, *expected transmission count* (ETX), dan *link lifetime* (LLT) [10].

- 1) *Node degree* menyatakan banyaknya *node* yang berada pada ruang lingkup komunikasi dari *node* tersebut. *Clusterhead* dengan *node degree* tinggi diharapkan mampu meningkatkan keberhasilan proses *path discovery*. Disisi lain kepadatan yang berlebihan pada suatu *cluster* dapat menyebabkan kasus *bottleneck* pada *clusterhead* dalam proses transmisi data dengan jaringan yang padat.
- 2) ETX merupakan suatu nilai yang menyatakan tingkat kestabilan dari sebuah *link* dengan melihat jumlah paket data yang mampu dilewatkan melalui jalur tersebut dalam periode waktu tertentu. Nilai ETX dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$ETX_{ij} = \frac{1}{d_f \times d_r} \quad (1)$$

d_f dan d_r menyatakan rasio keberhasilan dari pengiriman paket. d_f merupakan besarnya rasio paket yang berhasil sampai di tujuan. Sedangkan d_r adalah besarnya rasio ACK yang berhasil diterima oleh pengirim.

- 3) LLT merupakan sisa waktu hidup dari sebuah jalur yang menghubungkan dua buah *node*. Nilai dari LLT dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$LLT_{ij} = \frac{-\Delta v \cdot \Delta x + |\Delta v| \cdot r_c}{(\Delta v)^2} \quad (2)$$

Dalam persamaan diatas, $\Delta v = v_i - v_j$ dan $\Delta x = x_i - x_j$. *Node* dengan nilai LLT tertinggi menyatakan bahwa *node* i dan j memiliki sisa waktu komunikasi yang lebih panjang. Oleh karena itu, jalur tersebut dapat dipergunakan untuk melewati paket data.

Parameter yang telah dedefinisikan tersebut akan digunakan dalam proses *priority calculation* dengan menggunakan skema pembobotan untuk pembentukan serta pemilihan *node* yang akan bertindak sebagai *clusterhead*. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa nilai dari perhitungan prioritas berada dalam rentang 0 dan 1. Prioritas dari setiap *node* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$\rho_i = \alpha \cdot \frac{N_i^{nbr}}{N_{max}} + \beta \cdot \frac{1}{ETX_{i,j}} + \gamma \cdot \frac{LLT_{i,j}}{LLT_{max}} \quad (3)$$

Pada persamaan ini, ρ_i berada pada rentang 0 dan 1, serta $\alpha + \beta + \gamma = 1$. *Node* dengan nilai ρ_i tertinggi akan terpilih sebagai *clusterhead*. Skema ini dinilai mampu memberikan keputusan yang lebih relevan karena mempertimbangkan kemampuan *node* tersebut dalam proses *path discovery*. Skema ini juga memiliki kestabilan *link* karena mempertimbangkan nilai ETX_{ij} , serta mempertimbangkan sisa waktu hidup *link* yang dapat relatif lebih panjang berdasarkan parameter LLT_{ij} . Penentuan besarnya pembobotan untuk setiap parameter yang digunakan dapat mempengaruhi secara signifikan kemampuan dari skema ini dalam pembentukan *cluster* dan pemilihan *clusterhead* yang sesuai.

Skema ini dapat membentuk *cluster* dengan cepat serta tidak membebani jaringan dengan proses *path discovery* yang dilakukan secara periodic. Namun disisi lain, terdapat peningkatan waktu *delay* saat sebuah *node* ingin melakukan proses transmisi karena skema ini cenderung bersifat reaktif. Skema ini hanya melakukan *path discovery* ketika dibutuhkan dengan alasan untuk mengurangi pemakaian *bandwidth* yang sia-sia. Skema ini dilakukan pada studi kasus jalan bebas hambatan satu arah dengan banyak jalur yang cenderung memiliki arah dan lokasi yang sama. Namun kecepatan yang bervariasi mampu ditangani dengan menggunakan parameter LLT pada proses penentuan *clusterhead*.

VI. KESIMPULAN

Lingkungan MANET dan VANET memiliki karakteristik yang sangat berbeda dalam hal kecepatan dan perpindahan setiap *node*-nya. Oleh karena itu, skema *clustering* berdasarkan pada mobilitas adalah salah satu skema yang sangat cocok untuk diterapkan ke dalam dua lingkungan jaringan tersebut. *Clustering routing* pada MANET secara umum lebih mempertimbangkan secara khusus aspek lokasi dan arah perpindahan setiap *node* dalam jaringan dengan mengesampingkan tingkat kecepatan setiap *node*-nya. Faktor inilah yang menyebabkan algoritma *clustering routing* dalam MANET tidak dapat secara langsung diterapkan dalam lingkungan VANET yang setiap *node*-nya akan bergerak dengan kecepatan relatif tinggi. PassCar merupakan salah satu evolusi dari algoritma *clustering routing* dalam lingkungan MANET yang diterapkan dalam lingkungan VANET dengan beberapa penyesuaian. PassCar mempertimbangkan tingkat kecepatan yang dimiliki setiap *node*-nya untuk membentuk formasi *cluster* serta menentukan *clusterhead* yang akan terpilih untuk setiap *cluster*-nya. Namun studi kasus dari algoritma PassCar masih dilakukan pada jalan bebas hambatan satu arah dengan beberapa jalur sehingga aspek arah perpindahan *node* dapat diabaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Siva Ram Murthy and B. S. Manoj, "Ad hoc Wireless Networks: Architectures and Protocols," May 2004.
- [2] Tomas Krag and Sebastian Büttrich, "Wireless Mesh Networking," January 2009.
- [3] I. Moerman, B. Dhoedt and P. Demeester J. Hoebeke, "An Overview of Mobile Ad Hoc Networks: Applications and Challenges," *Journal of the Communications Network*, vol. 3, pp. 60-66, 2004.
- [4] R. Hunt, Y. S. Chen, A. Irwin and A. Hassan S. Zeadally, "Vehicular ad hoc networks (VANETs): Status, Results, and Challenges," 2010.
- [5] Y. C. Tseng, Y. S. Chen and J. P. Sheu S. Y. Ni, "The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network," in *Fifth Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'99)*, Washington, 1999.
- [6] Prithwish Basu Naved Khan Thomas D. C. Little, "Networks, A Mobility Based Metric for *Clustering* in Mobile Ad Hoc," in *British Journal of Visual Impairment*, Boston, 2001, pp. 413-418.
- [7] Ching-Chuan, et al Chiang, "Routing in *clustered* multihop, mobile wireless networks with fading channel," in *proceedings of IEEE SICON*, vol. 97, 1997.
- [8] Inn Inn ER and Winston K.G. Seah, "Mobility-based d-Hop *Clustering* Algorithm for Mobile Ad Hoc Networks," *Computer Networks*, vol. 50, no. 17, pp. 3375-3399, 2006.
- [9] A.B. McDonald and T.F. Znati, "Design and performance of a distributed dynamic *clustering* algorithm for ad-hoc networks," in *Proceedings. 34th Annual Simulation Symposium*, 2001, pp. 27-35.
- [10] Sheng-Shih Wang and Yi-Shiun Lin, "A passive *clustering* aided routing protocol for vehicular ad hoc networks," *Computer Communications*, vol. 36, no. 2, pp. 170-179, January 2013.